

INFORME DE ENSAYO
TEST REPORT



Captador Solar Térmico
Solar thermal Collector

PA-K
Chromagen España S. L.

Informe de Ensayo de Rendimiento de Captador solar
Perfomance test Report for solar collectors

FUNDACIÓN CENER - CIEMAT
Laboratorio de ensayos de Captadores Solares (LCS)
Solar Collectors Laboratory
Avda. Ciudad de la Innovación nº 7
31621 Sarriguren (Navarra)
España *Spain*

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC con expediente nº 355/LE977
The Testing Laboratory has been accredited by ENAC with the file nº 355/LE977

INFORME DE ENSAYO DE RENDIMIENTO

PERFOMANCE TEST REPORT SHEETS

Proyecto / *Project* : **30.1126.0**

Id. del captador / *Identification* :	30.1126.0-1-2
Fabricante / *Manufacturer* :	Chromagen España S. L.
Nombre comercial / *Brand Name* :	PA-K
Tipo de captador (sin cubierta / con cubierta / de vacío): *Type name (Flat plate / Evacuated / Subatmosferic):*	Captador plano con cubierta / *Glazed flat-plate collector*
Año de producción / *Year of Production* :	2008
Número de serie / *Serial number* :	0081054264
Dibujos documento nº / *Drawing Document Nº* :	--
Peticionario / *Applicant* :	Chromagen España S. L.
Domicilio social / *Address* :	C/ Diseño 6-Naves A/B - Parque PISA 41927 - Mairena del Aljarafe - Sevilla - ESPAÑA
Entrega de la muestra / *Delivery* of sample :	13/11/2008
Fecha de inicio / *Initial Test Date* :	27/11/2008
Fecha de fin / *Final Test Date* :	30/04/2009

Método de ensayo: *Test Method* :	El ensayo se ha realizado de acuerdo al apartado 6.1 de la norma UNE-EN 12975-1:2006 y UNE-EN 12975-2:2006, así como al método de ensayo de régimen interno nº ME-542-01. *This test was done according to the paragraph 6.1 of the Standards UNE-EN 12975-1:2006 and UNE-EN 12975-2:2006 and the internal method number ME-542-01.*
Declaraciones: *Remarks* :	Los resultados de este informe se refieren únicamente a la muestra ensayada. Cener no se responsabiliza de las conclusiones o generalizaciones que pudieran obtenerse de los resultados indicados en este informe. Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin la aprobación de CENER. La muestra de ensayo ha sido seleccionada siguiendo el procedimiento de certificación Solar Keymark con identificacion CKAOC1HPO6TE. *The results of this report are focused just to the tested collector. CENER is not reponsible of the conclusions taken from this report. This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of CENER. Sample selection study has been done according to Solar Keymark rules with id: CKAOC1HPO6TE.*

Ensayos solicitados por cliente	Fecha inicio	Fecha final	Norma aplicada	Apartado
Cte. de tiempo *Time constant*	09/12/2008	25/03/2009	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.6.3
Curva de eficiencia *Eficiency curve*	09/12/2008	25/03/2009	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.5
Modificador de ángulo *Incidence angle modifier*	12/03/2009	25/03/2009	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.7
Capacidad térmica *Thermal capacity*	22/04/2009	30/04/2009	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.6.2
Caída de presión *Pressure drop*	09/12/2008	30/03/2009	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.8

Signatario autorizado:
Authorized signatory:

Firmado digitalmente por Lourdes Ramirez Santigosa
Fecha: 2009.04.30 13:55:10 +02'00'

Jefe de Servicio
Manager of C&C unit

1. Generalidades / *General*

Referencia de captador / *Collector reference Nº* : **30.1126.0-1-2**

Ensayo realizado por / *Test performed by* :

FUNDACIÓN CENER - CIEMAT
Laboratorio de ensayos de Captadores Solares (LCS)
Avda. Ciudad de la Innovación nº 7
31621 Sarriguren (Navarra) - España
Tel.: Tel: +34 948 25 28 00
Fax.: Fax: +34 948 27 07 74

2. Descripción del captador solar / *Solar collector description*

Nombre del fabricante / *Manufacturer Name* : Chromagen España S. L.

2.1.Captador / *Collector*

Tipo: Plano / de vacío / subatmosférico *Type: Flat plate / Evacuated / Subatmospheric*	Captador plano con cubierta *Glazed flat-plate collector*	
Área total / *Gross area*:	1,68 m^2	
Área de apertura / *Aperture area*:	1,51 m^2	
Área de absorbedor / *Absorber area*:	1,48 m^2	
Rango de flujo / *Flow range (EC)*:	50 - 250 l/h	
Presión de operación / *Operating pressure (EC)*:	1-3 bar	
Montaje del captador *Collector mounting (EC)* :	En tejado con inclinación / *On sloping roof*	X
	Integrado en tejado con inclinación / *Sloping roof integrated*	X
	Sobre tejado plano / *On flat roof*	X
	En tejado plano / *In flat roof*	X
	Sobre tejado plano con estructura / *On flat roof with stand*	X
Dimensiones de la unidad del captador / *Dimensions of collectors unit* :		
Longitud / *Length* :	1820 mm	
Ancho / *Width*:	923 mm	
Altura / *Height*:	89 mm	
Peso en vacío / *Weight empty* :	25,2 kg	
Contenido de fluido / *Fluid content* :	1,05 l	
Nº de cubiertas / *Number of covers* :	1	
Materiales de cubierta / *Cover materials (EC)* :	Vidrio templado *Tempered glass*	
Espesor de cubierta / *Cover thickness* :	3,2 mm	
Transmitancia solar de la cubierta/*Cover solar transmittance t (EC)*:	0.91	
Longitud de apertura / *Aperture length* :	1760 mm	
Anchura de apertura / *Aperture width* :	858 mm	

2.2. Absorbedor / *Absorber*

Material / *Material (EC)* :	Aluminio / *Aluminium*
Longitud de absorbedor / *Fin length* :	1745 mm
Ancho de absorbedor / *Fin width* :	850 mm
Espesor / *Fin thickness* :	0,4 mm
Absortancia solar / *Solar absorptance a (EC)* :	0.95
Emitancia hemisférica / *Hemispherical emittance e (EC)* :	0.05
Tratamiento de la superficie / *Surface treatment (EC)* :	Anodizado *Anodized*
Tipo de construcción / *Construction type* :	Parrilla con placa *Tube-grid with plate*
Número de tubos o canales / *Number of tubes or channels* :	Colectores / *Collectors* : 2 Verticales / *Verticals*: 6
Diámetro de tubo o dimensiones / *Riser diameter or dimensions* :	Colectores / *Collectors* : Ø ext. 22 mm Verticales / *Verticals* : Ø ext. 8 mm
Distancia entre tubos / *Distance between risers* :	140 mm
Dimensiones / *Dimensions* :	Área abs. proyectada / *Abs.projected area=* 1,48 m^2

2.3. Aislamiento térmico y carcasa / *Thermal insulation and casing*

Espesor del aislamiento térmico / *Thermal insulation thickness* :	Posterior / *Back* :	23 + 15 mm
	Lateral :	23 mm
Material del aislamiento / *Insulation material (EC)* :	Posterior / *Back* :	Poliuretano + Lana Mineral
	Lateral :	Poliuretano / Polyurethane
Material de la carcasa / *Casing material (EC)* :		Aluminio / Aluminium
Material de sellado / *Sealing material (EC)* :		MS Polymer, EPDM

2.4. Limitaciones / *Limitations* **:**

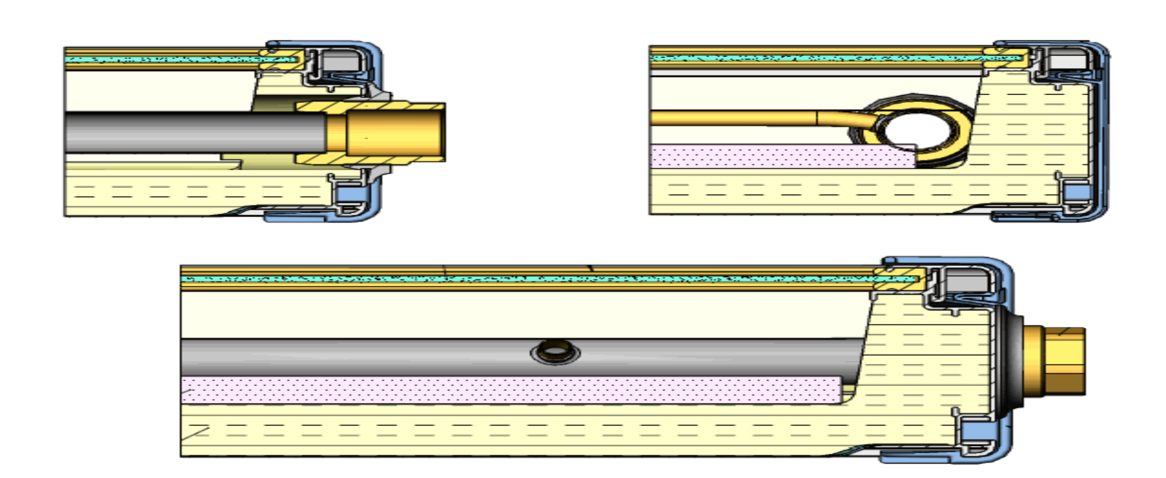
Temperatura máxima de operación / *Maximum operation (EC)* :	160 ºC
Máxima presión de operación / *Maximum operation pressure (EC)* :	10 bar
Otras limitaciones / *Other limitations (EC)* :	Ángulo de inclinación / *Tilt angle* : Max: 90º Min: 15º

(EC) Datos especificados por el cliente / *Specified by the customer*

Fotografía del captador / *Photograph of the coollector* **:**



Diagrama esquemático del montaje del captador / *Schematic diagram of collector mounting* **:**

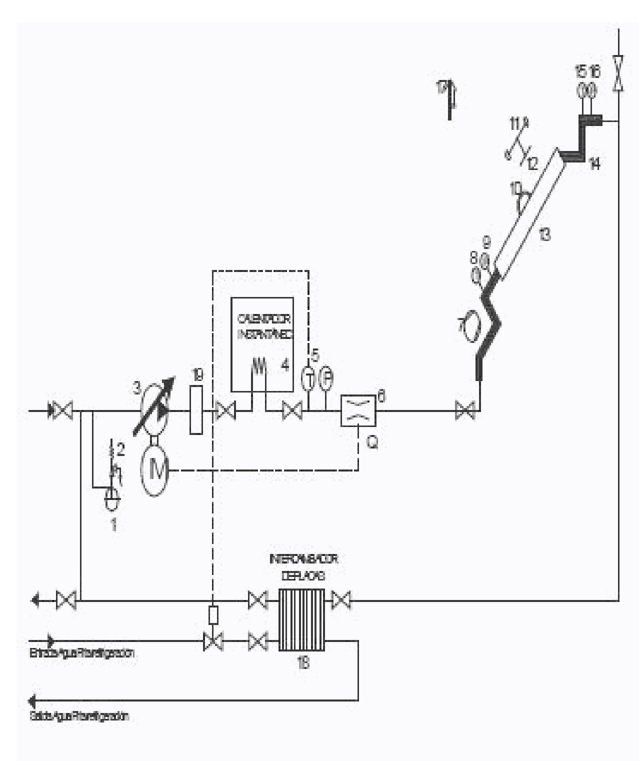


Comentarios al diseño del captador / *Comments on collector design* **:**

Captador plano con cubierta de vidrio templado. Absorbedor compuesto por lámina de aluminio con recubrimiento selectivo soldada a parrilla de tubos de cobre. Aislamiento trasero de poliuretano y lana mineral y aislamiento lateral solo de poliuretano. Carcasa fabricada en aluminio.

Glazed flat-plate collector with tempered cover. Absorber made of aluminium plate with selective coating welded to a copper tube-grid. Back insulation in polyurethane and mineral wool and lateral insulation in polyurethane. Casing made of aluminium.

Diagrama esquemático del bucle de ensayos / *Schematic diagram of test loop* **:**



1- Calderín / *Expansion tank*
2- Válvula de seguridad / *Safety valve*
3- Purgador de aire / *Air vent*
4- Bomba de caudal variable / *Flow control valve*
5- Control secundario de temperatura / *Secondary temperature regulator*
6- Caudalímetro / *Flowmeter*
7- Generador de viento / *Artificial wind generator*
8- Sensor de temperatura / *Temperature sensor*
9- Transductor de presión / *Pressure sensor*
10- Piranómetro en el plano del captador / *Pyranometer*
11- Pirgeómetro / *Pyrgeometer*
12- Anemómetro / *Anemometer*
13- Captador / *Solar collector*
14- Tubería aislada / *Insulated pipe*
15- Sensor de temperatura / *Temperature sensor*
16- Transductor de presión / *Pressure sensor*
17- Sensor de temperatura ambiente / *Ambient Temperature sensor*
18- Intercambiador de placas / Heater / *Cooler for primary temperature control*
19- Filtro / *Filter*

Medio de transferencia de calor / *Heat transfer medium (EC)* :	Water / Water-glicol solution
Especificaciones (aditivos, etc) / *Specifications (additives tec) (EC)* :	No especificado / Not specified
Fluidos de transferencia de calor alternativos aceptados: *Alternative acceptable heat transfer fluids (EC)* :	Agua / Water

3. Resultados del ensayo / *Test results*

El rendimiento térmico ha sido ensayado sobre la base de los métodos :
Thermal performance has been tested based on test methods :

☐ 6.1. Exterior - Método de estado estacionario / *Outdoor - Steady State Method*	☒ 6.1. Interior - Método de estado estacionario / *Indoor - Steady State Method*	☐ 6.3. Exterior - Método cuasi-dinámico / *Outdoor - Quasi-dynamic Method*

Irradiancia solar media / *Mean solar irradiance* : 813 W/m^2

Tipo de lámparas / *Type of the lamps* : HMP

Sombreado de la radiación de alta longitud de onda / *Shading of longwave radiation* :	Si / yes

Orientación de los tubos del absorbedor durante el ensayo (horizontal o vertical) : *Orientation of absorber tubes during testing (horizontal or vertical)* :	Vertical

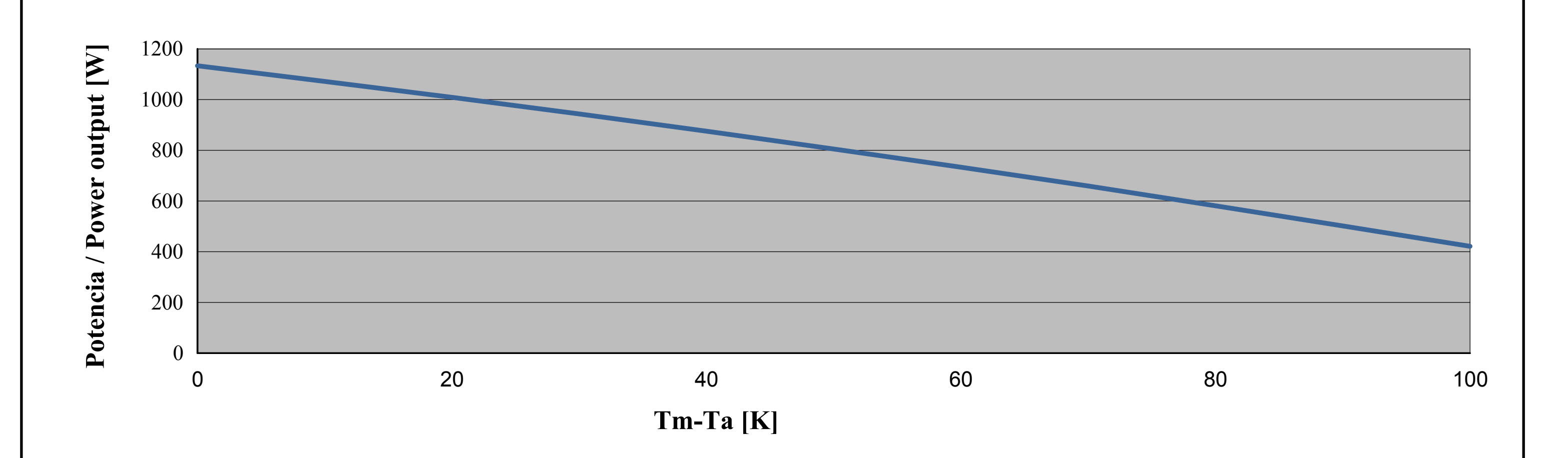
Potencia pico (G=1000 W/m^2) por unidad de captador / *Peak Power per collector unit* (W) : W_{pico}	1132

Potencia producida por unidad de captador / *Power output per collector unit* (W)

G / T_m-T_a (K)	400 W/m^2	700 W/m^2	1000 W/m^2
10	392	732	1072
30	264	603	943
50	126	466	805

NOTA : Los valores expresados son para incidencia normal
NOTE : The reported values are for normal incidence

3.1 Potencia Producida por unidad de captador (para G=1000 W/m²)
Power output per collector unit (for G=1000 W/m²)



3.2 Curva de eficiencia instantánea basada en el área de (absorbedor/apertura) y temperatura media del fluido de transferencia de calor (para G=1000 W/m²)
Instantaneous efficiency curve based on (absorber/aperture) area and mean temper ature of heat transfer fluid (For G=1000 W/m²)

Área de referencia: Área del absorbedor A_A *Reference area : Aperture area*	
Área de absorbedor usada para la curva (m^2) *Absorber area used for curve in (m^2)*	1,48
Eficiencia instantánea definida como : *Instantaneaous efficiency is defined by* :	$\eta_A = \frac{\dot{Q}}{A_A \times G}$

Área de referencia: Área de apertura A_a *Reference area : Aperture area*	
Área de apertura usada para la curva (m^2) *Aperture area used for curve in (m^2)*	1,51
Eficiencia instantánea definida como : *Instantaneaous efficiency is defined by* :	$\eta_a = \frac{\dot{Q}}{A_a \times G}$

Caudal de fluido usado para los ensayos / *Fluid flowrate used for the tests* : .... 0,020 kg/(s•m²)

Área total de captador / *Gross collector area* .... 1,68 m²

Ajuste de segundo orden para datos / *Second order fit to data* :

$$\eta_A = \eta_{0A} - a_{1A}\left(\frac{t_m - t_a}{G}\right) - a_{2A}G\left(\frac{t_m - t_a}{G}\right)^2$$

$$\eta_a = \eta_{0a} - a_{1a}\left(\frac{t_m - t_a}{G}\right) - a_{2a}G\left(\frac{t_m - t_a}{G}\right)^2$$

Basado en el área de absorbedor *Based on Absorber area*			
	Valor / *Value*	Incertidumbre típica *Typical uncertainty*	Unidad / *Unit*
η_{0A}	0,764	± 0,005	--
a_{1A}	4,024	± 0,298	W/m²•K
a_{2A}	0,008	± 0,005	W/(m²•K²)

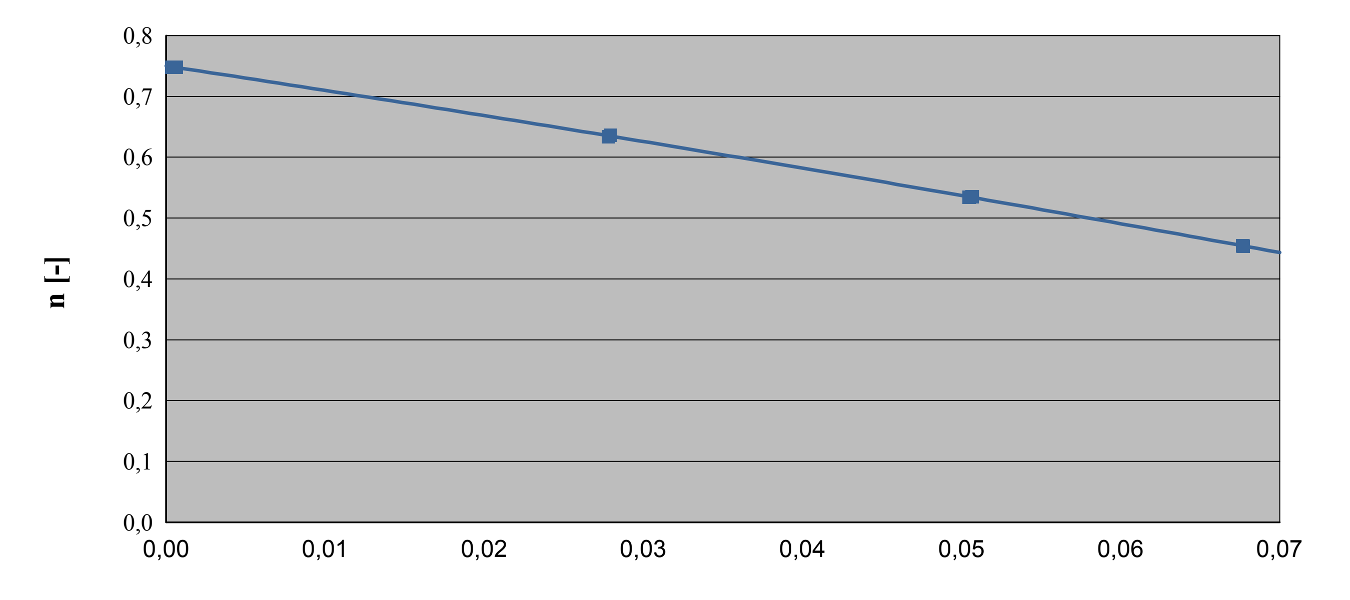
Basado en el área de apertura *Based on Aperture area*			
	Valor / *Value*	Incertidumbre típica *Typical uncertainty*	Unidad / *Unit*
η_{0a}	0,750	± 0,005	--
a_{1a}	3,951	± 0,293	W/m²•K
a_{2a}	0,008	± 0,005	W/(m²•K²)

Fluido utilizado / *Fluid used* Agua / *Water*

Datos de eficiencia medida / *Data of measured efficiency points*

PUNTO *POINT*	G(W/m²)	CAUDAL MASICO *MASS VOLUME* (kg/min)	T ENTRADA T_{in}(ºC)	T SALIDA T_e(ºC)	T MEDIA T_m(ºC)	T AIRE CIRCUND. T_{amb}(ºC)	Tm – Ta / G (K•m²/W)	η
1	813	1,81	20,90	28,19	24,5	24,0	**0,0007**	**0,748**
2	814	1,81	20,91	28,21	24,6	24,3	**0,0004**	**0,748**
3	813	1,80	44,29	50,54	47,4	24,7	**0,0279**	**0,636**
4	818	1,80	44,33	50,58	47,5	24,7	**0,0278**	**0,634**
5	811	1,78	63,71	68,98	66,3	25,3	**0,0507**	**0,535**
6	812	1,78	63,70	68,98	66,3	25,3	**0,0505**	**0,534**
7	811	1,76	78,22	82,73	80,5	25,6	**0,0677**	**0,454**
8	811	1,76	78,23	82,74	80,5	25,6	**0,0677**	**0,455**

Ajuste de la curva de eficiencia cuadrática para los datos medidos en el ensayo respecto al área de apertura y la temperatura media del fluido
Adjustment of the quadratic efficiency curve for the measured data in the test regarding aperture area and the mean temperature of the fluid



3.3 Constante de tiempo / *Time constant*

τ_c = 00:01:04 h:min:ss

3.4 Capacidad Térmica efectiva / *Efective thermal capacity*

C = 8340 J/K

Determinación por / *Determination by:*

- [X] Cálculo / *calculation*
- [ ] Exterior / *outdoors*
- [ ] Interior / *indoors*

La capacidad térmica fue calculada según el punto 6.1.6.2 de la norma EN 12975-2
Effective thermal capacity was calculated according to 6.1.6.2 of EN 12975-2.

$$C = \sum p_i \cdot m_i \cdot c_i$$

3.5 Modificador del ángulo de incidencia / *Incident angle modifier*

Ángulo / *angle* : 50º

$K_\theta(50^o) =$ 0,86

- [X] Exterior / *outdoors*
- [ ] Interior / *indoors*

3.6 Caída de presión / *Pressure drop*

Tª Fluido / *Fluid Tª* (ºC)	20 ºC ± 2 ºC		Tª max: 20,52 ºC		Tª min: 19,03 ºC	
Caudal / *Flowrate* (kg/min)	3,00	2,40	1,80	1,10	0,50	0,00
Perdida de presión *Pressure drop* (mbar)	3,8	2,9	2,0	1,2	0,5	0,0

3.7 Documentación técnica / *Technical documentation*

Se analizaron el manual de instalación, etiquetado y ficha técnica. La documentación adjuntada por el cliente está acorde al apartado 7 de la norma EN-12975-1:2006.

We analyzed the installation manual, labeling and data sheet. The documentation attached by the customer is consistent with paragraph 7 of EN-12975-1:2006.

3.8 Fallos observados / *Observed failures*

Dense detalles de cualquier fallo denotado como “fallo grave” definido en el apartado 5.3 de la norma EN 12975-1:2006.

No se han observado fallos. El captador cumple los requisitos especificados en la norma EN 12975-2:2006 para los ensayos de rendimiento incluidos en el presente informe.

No failures has been observed. The collector respect the requirements specified in the norm EN 12975-2:2006 for the thermal perfomance testing included in this report.

ANEXO / ANNEX : Resumen del informe de ensayo / *Summary test report*

Identificación / *Identification*

Nombre del Fabricante: *Name of manufacturer:*	Chromagen España S. L.	Año de producción: *Year of production:*	2008
Nombre comercial: *Brand Name:*	PA-K	Número de serie: *Serial No:*	0081054264
Tipo de captador: *Collector Type:*	Captador plano con cubierta *Glazed flat-plate collector*	Dibujos documento: *Drawing document:*	--

Dimensiones de la unidad captador / *Dimensions of collector unit*

Longitud / *Length* :	1820 mm	Área del absorbedor / *Absorber area* :	1,48 m^2
Ancho / *Width* :	923 mm	Área de apertura / *Aperture area* :	1,51 m^2
Altura / *Height* :	89 mm	Área total / *Gross area* :	1,68 m^2

Especificaciones generales / *General specifications*

Peso / *Weigth* :	25,2 kg
Fluido de transferencia de calor / *Heat transfer fluid (EC)* :	Water / Water-glicol solution
Rango de flujo / *Flow range (EC)* :	50 - 250 l/h
Presión de operación / *Operating pressure (EC)* :	1-3 bar

(EC) Datos especificados por el cliente / *Specified by the customer*

Basado en el área de absorbedor ***Based on Absorber area***			
	Valor / *Value*	Incertidumbre típica *Typical uncertainty*	Unidad / *Unit*
η_{0A}	0,764	± 0,005	--
a_{1A}	4,024	± 0,298	$W/m^2 \cdot K$
a_{2A}	0,008	± 0,005	$W/(m^2 \cdot K^2)$

Basado en el área de apertura ***Based on Aperture area***			
	Valor / *Value*	Incertidumbre típica *Typical uncertainty*	Unidad / *Unit*
η_{0a}	0,750	± 0,005	--
a_{1a}	3,951	± 0,293	$W/m^2 \cdot K$
a_{2a}	0,008	± 0,005	$W/(m^2 \cdot K^2)$

Potencia producida por unidad de captador / *Power output per collector unit* (W)

T_m-T_a (K)	400 W/m^2	700 W/m^2	1000 W/m^2
10	392	732	1072
30	264	603	943
50	126	466	805

Modificador del ángulo de incidencia / *Incidence Angle Modifier* K_{50}: 0,86